

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

## **СОСТАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА**

Методические указания для самостоятельной работы студентов

Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2014

УДК 69.05:620.9(075.8)

ББК 38-02.:31.я73

С66

*Методические указания подготовлены в рамках проекта  
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки  
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»  
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –  
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – главный конструктор ООО «Гражданпроект» В.Г. Перминов

**Составление** энергетического паспорта объекта: методические указания для самостоятельной работы студентов / О.Л. Викторова, Л.Н. Петрянина, Ю.А. Матиева; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 36 с.

Рассмотрены вопросы по оценке энергетической эффективности зданий, согласно новым требованиям по тепловой защите объектов, которые соответствуют международному стандарту. Приведены методика и примеры по расчетам тепловлажностного состояния различных видов ограждающих конструкций, геометрических и теплоэнергетических показателей и составлению энергетического паспорта объекта

Методические указания направлены на овладение методикой по составлению энергетического паспорта объектов различного назначения и на формирование способности разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию с учетом требований по тепловой защите зданий и повышению их энергетической эффективности .

Методические указания подготовлены на кафедре «Городское строительство и архитектура» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Гражданпроект» и предназначены для слушателей повышения квалификации по программе «Инновационное архитектурно-строительное проектирование».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2014

© Викторова О.Л., Петрянина Л.Н.,  
Матиева Ю.А., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросам энергосбережения зданий с 2000 года уделяется особое внимание на всех стадиях: проектирования, строительства, эксплуатации объектов. На этапе проектирования закладываются теоретические предпосылки рассматриваемого вопроса; на этапе строительства должно происходить внедрение этих предпосылок, а действительная экономия происходит уже в процессе эксплуатации данного объекта. Окупаемость вложенных средств наступает спустя несколько лет после введения объекта в эксплуатацию, ведь на стадии строительства энергосбережение требует не малых затрат, в среднем от 5 до 10% стоимости объекта. Но мы не должны забывать, что прежде всего энергосберегающие технологии должны повысить уровень комфорта в помещениях, а уже в дальнейшем экономить энергоресурсы и затраты на их использование.

При новом строительстве, а также реконструкции объектов необходимо соблюдать требования по тепловой защите здания, обеспечивающие при дальнейшей эксплуатации объекта получать значительную экономию материальных средств, так как экономятся энергоресурсы на отопление. Этот вопрос необходимо решать комплексно, учитывая теплопотери через все виды ограждающих конструкций: стены, окна, двери, покрытия. Поэтому проектная документация должна сопровождаться составленным энергетическим паспортом объекта, позволяющим оценить класс энергосбережения здания.

# 1. АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА ПО ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА

Энергоресурсосбережение является одной из самых актуальных задач XXI века. От результатов решения этой проблемы зависит место нашего общества в ряду развитых в экономическом отношении стран и уровень жизни граждан. В настоящее время энергосбережение в России отнесено к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности.

Россия располагает масштабным недоиспользуемым потенциалом энергосбережения, который по способности решать проблему обеспечения экономического роста страны сопоставим с приростом производства всех первичных энергетических ресурсов.

Энергоемкость российской экономики существенно превышает в расчете по паритету покупательной способности аналогичный показатель в США, в Японии и развитых странах Европейского Союза.

Нехватка энергии может стать существенным фактором сдерживания экономического роста страны. По оценке, до 2015 года темпы снижения энергоемкости при отсутствии скоординированной государственной политики по энергоэффективности могут резко замедлиться. Это может привести к еще более динамичному росту спроса на энергоресурсы внутри страны. Запасов нефти и газа в России достаточно, однако увеличение объемов добычи углеводородов и развитие транспортной инфраструктуры требуют значительных инвестиций.

Меры по снижению энергоемкости за период 1998-2005 гг. оказались недостаточными для того, чтобы остановить динамичный рост спроса на энергию и мощность. Рост спроса на газ и на электроэнергию оказался выше предусмотренных «Энергетической стратегией России» значений.

Систематическая работа в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в различных секторах и сферах экономики России началась после принятия федерального закона РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Программа призвана стать инструментом решения масштабной задачи по снижению к 2020 году энергоемкости ВВП на 40%.

Решение задач, поставленных в рамках Программы, требует высокой степени координации действий не только федеральных органов исполнительной власти, но и органов власти субъектов Российской Федерации, местного самоуправления, организаций и населения. Содействовать этому

будет Российское энергетическое агентство (РЭА), на которое приказом Минэнерго возложена функция оперативного управления Госпрограммой.

Потенциал получения прибыли от долгосрочных инвестиций в повышение энергоэффективности российской энергетики оценивается западными специалистами в 300 миллиардов долларов. Однако пока российские и западные инвесторы неохотно идут в этот сектор.<sup>1</sup>

Правовое регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на следующих принципах:

- 1) эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- 2) поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 3) системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- 4) планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 5) использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности осуществляется путем установления:

- требований к обороту отдельных товаров, функциональное назначение которых предполагает использование энергетических ресурсов;
- запретов или ограничений производства и оборота в Российской Федерации товаров, имеющих низкую энергетическую эффективность, при условии наличия в обороте или введения в оборот аналогичных по цели использования товаров, имеющих высокую энергетическую эффективность, в количестве, удовлетворяющем спрос потребителей;
- обязанности по учету используемых энергетических ресурсов;
- требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений;
- обязанности проведения обязательного энергетического обследования;
- требований к энергетическому паспорту;
- обязанности проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме;
- требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд;
- требований к региональным, муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципального образования и организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности;

- основ функционирования государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- обязанности распространения информации в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- обязанности реализации информационных программ и образовательных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- порядка исполнения обязанностей, предусмотренных настоящим Федеральным законом;

- иных мер государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в соответствии с настоящим Федеральным законом.

1. Производимые на территории Российской Федерации, импортируемые в Российскую Федерацию для оборота на территории Российской Федерации товары (в том числе из числа бытовых энергопотребляющих устройств, компьютеров, других компьютерных электронных устройств и организационной техники) должны содержать информацию о классе их энергетической эффективности в технической документации, прилагаемой к этим товарам, в их маркировке, на их этикетках. Указанное требование распространяется на товары из числа:

1) бытовых энергопотребляющих устройств с 1 января 2011 года;

2) компьютеров, других компьютерных электронных устройств и организационной техники с 1 января 2012 года;

3) иных товаров с даты, установленной Правительством Российской Федерации.

2. Виды товаров, на которые распространяется требование части 1 настоящей статьи, и их характеристики устанавливаются Правительством Российской Федерации, категории товаров в пределах установленных видов товаров и их характеристики устанавливаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

Здания, строения, сооружения, должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений должны включать в себя:

- показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении;

- требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

- требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений, сооружений и к их свойствам, к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям, а также требования к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, строений, сооружений, так и в процессе их эксплуатации.

В составе требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений должны быть определены требования, которым здание, строение, сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, с указанием лиц, обеспечивающих выполнение таких требований (застройщика, собственника здания, строения, сооружения), а также сроки, в течение которых выполнение таких требований должно быть обеспечено. При этом срок, в течение которого выполнение таких требований должно быть обеспечено застройщиком, должен составлять не менее чем пять лет с момента ввода в эксплуатацию здания, строения, сооружения.

Требования энергетической эффективности не распространяются на следующие здания, строения, сооружения:

- культовые здания, строения, сооружения;

- здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);

- временные постройки, срок службы которых составляет менее чем два года;

- объекты индивидуального жилищного строительства (отдельно стоящие и предназначенные для проживания одной семьи жилые дома с количеством этажей не более чем три), дачные дома, садовые дома;

- строения, сооружения вспомогательного использования;

- отдельно стоящие здания, строения, сооружения, общая площадь которых составляет менее чем пятьдесят квадратных метров;

Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требова-

ниям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Застройщики обязаны обеспечить соответствие зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов путем выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта.

Проверка соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляется органом государственного строительного надзора при осуществлении государственного строительного надзора. В иных случаях контроль и подтверждение соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляются застройщиком.

В составе показателей оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов должны быть утверждены показатели энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Региональные, муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны соответствовать установленным в соответствии с настоящей статьей требованиям к таким программам и утвержденным Правительством Российской Федерации требованиям к ним. Утвержденные Правительством Российской Федерации требования к региональным, муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны включать в себя целевые показатели в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (без указания их значений), а также перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, которые подлежат включению в такие программы и проведение которых возможно с использованием внебюджетных средств, полученных также с применением регулируемых цен (тарифов), и сроки проведения указанных мероприятий.

Региональные, муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны содержать:

- значения целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, достижение которых обеспечивается в результате реализации соответствующей программы;

- перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности с указанием ожидаемых результатов в натуральном и стоимостном выражении, в том числе экономического эффекта от реализации соответствующей программы, сроки проведения указанных мероприятий;

- информацию об источниках финансирования мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности с указанием отдельно бюджетных (при их наличии) и внебюджетных (при их наличии) источников финансирования указанных мероприятий.

Значения целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны отражать:

- повышение эффективности использования энергетических ресурсов в жилищном фонде;

- повышение эффективности использования энергетических ресурсов в системах коммунальной инфраструктуры;

- сокращение потерь энергетических ресурсов при их передаче, в том числе в системах коммунальной инфраструктуры;

- повышение уровня оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;

- увеличение количества случаев использования объектов, имеющих высокую энергетическую эффективность, объектов, относящихся к объектам, имеющим высокий класс энергетической эффективности, и (или) объектов, использующих в качестве источников энергии вторичные энергетические ресурсы и (или) возобновляемые источники энергии;

- увеличение количества высокоэкономичных в части использования моторного топлива транспортных средств, транспортных средств, относящихся к объектам, имеющим высокий класс энергетической эффективности, а также увеличение количества транспортных средств, в отношении которых проведены мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, в том числе по замещению бензина, используемого транспортными средствами в качестве моторного топлива, природным газом с учетом доступности использования природного газа, близости расположения к источникам природного газа и экономической целесообразности такого замещения;

- сокращение расходов бюджетов на обеспечение энергетическими ресурсами государственных учреждений, муниципальных учреждений, органов государственной власти, органов местного самоуправления, а также расходов бюджетов на предоставление субсидий организациям коммунального комплекса на приобретение топлива, субсидий гражданам на внесение платы за коммунальные услуги с учетом изменений объема использования энергетических ресурсов в указанных сферах;

- увеличение объема внебюджетных средств, используемых на финансирование мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

В отношении продукции, технологического процесса, юридического лица, может проводиться энергетическое обследование.

Основными целями энергетического обследования являются:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

По результатам энергетического обследования составляется энергетический паспорт.

Энергетический паспорт, составленный по результатам энергетического обследования, должен содержать информацию:

- об оснащении приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- о показателях энергетической эффективности;
- о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов);
- о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;
- о перечне типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Уполномоченным федеральным органом исполнительной власти устанавливаются требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, а также к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, в том числе требования к его форме и содержанию, правила направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования, в этот федеральный орган исполнительной власти. Указанные требования могут различаться в зависимости от типов организаций, объектов (зданий, строений, сооружений производственного или непроизводственного назначения, энергетического оборудования, технологических процессов и иных критериев).

Энергетические паспорта на здания, строения, сооружения, вводимые в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта, могут составляться на основании проектной документации.

Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности должно осуществляться регулярно посредством:

- создания государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- опубликования органами государственной власти, органами местного самоуправления в средствах массовой информации региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- организации органами государственной власти, органами местного самоуправления распространения в средствах массовой информации тематических теле- и радиопередач, информационно-просветительских программ о мероприятиях и способах энергосбережения и повышения энергетической эффективности, о выдающихся достижениях, в том числе зарубежных, в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и иной актуальной информации в данной области;

- информирования потребителей об энергетической эффективности бытовых энергопотребляющих устройств и других товаров, в отношении которых Федеральным законом установлены требования к их обороту на территории Российской Федерации, а также зданий, строений, сооружений и иных объектов, связанных с процессами использования энергетических ресурсов;

- распространения информации о потенциале энергосбережения относительно систем коммунальной инфраструктуры и мерах по повышению их энергетической эффективности;

- организации выставок объектов и технологий, имеющих высокую энергетическую эффективность;

- выполнения иных действий в соответствии с законодательством об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности.

В целях соблюдения интересов государства и достижения общественно полезных целей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также осуществления информационного обеспечения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности органы государственной власти, органы местного самоуправления обязаны обеспечить регулярное распространение:

- информации об установленных настоящим Федеральным законом правах и обязанностях физических лиц, о требованиях, предъявляемых к собственникам жилых домов, собственникам помещений в многоквартирных домах, лицам, ответственным за содержание многоквартирных домов, и об иных требованиях настоящего Федерального закона;

- социальной рекламы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Процесс строительства, модернизации, реконструкции, капитального ремонта здания (сооружения) состоит из следующих этапов:

- разработка проектной документации;
- строительство (реконструкция, модернизация, капитальный ремонт);
- сдача в эксплуатацию.

Все этапы должны быть осуществлены с выполнением требований законодательства в области энергосбережения и энергетической эффективности.

#### *Этап разработки проектной документации*

В соответствии с Постановлением правительства РФ №235, при разработке проектной документации, необходимо разрабатывать раздел «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов».

В соответствии с Федеральным законом 261-ФЗ, выполнение требований законодательства в области энергосбережения и энергетической эффективности при разработке проектной документации должно быть подтверждено энергетическим паспортом в составе проектной документации;

#### *Этап строительства*

В соответствии с Федеральным законом 261-ФЗ, застройщики обязаны обеспечить соответствие зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов путем выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта.

#### *Этап сдачи в эксплуатацию*

В соответствии с Федеральным законом 261-ФЗ, проверка соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляется органом государственного строительного надзора при осуществлении государственного строительного надзора. В иных случаях контроль и подтверждение соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляются застройщиком.

В соответствии с Федеральным законом 261-ФЗ, выполнение требований законодательства в области энергосбережения и энергетической эф-

фактивности при сдаче в эксплуатацию должно быть подтверждено энергетическим паспортом потребителя топливно-энергетических ресурсов.

В соответствии с Федеральным законом 261-ФЗ, энергетические паспорта на здания, строения, сооружения, вводимые в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта, могут составляться на основании проектной документации.

В соответствии с 190-ФЗ «Градостроительный кодекс РФ», к заявлению о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию прилагаются документ, подтверждающий соответствие параметров построенного, реконструированного, отремонтированного объекта капитального строительства проектной документации, в том числе требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности объектов капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов, и подписанный лицом, осуществляющим строительство. Другими словами – энергетический паспорт.

За невыполнение требований законодательства в области энергосбережения и энергетической эффективности предусматривается административная ответственность. Так, согласно Федерального закона №261, несоблюдение при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений требований энергетической эффективности, требований их оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов – влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от двадцати тысяч до тридцати тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от сорока тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на юридических лиц – от пятисот тысяч до шестисот тысяч рублей.

Таким образом, все этапы процесса строительства согласно Федерального закона №261 завершаются энергетическим паспортом. В случае его отсутствия сдача в эксплуатацию становится невозможной (во всяком случае – очень затруднительной) процедурой.

Энергетический паспорт – документ, отражающий уровень потребления и содержащий показатели того насколько эффективно используется ТЭР в процессе хозяйственной деятельности, а также содержащий план мероприятий по увеличению эффективности использования энергетических ресурсов. Энергетический паспорт здания составляется в соответствии с ГОСТ Р 51379.

Энергетический паспорт здания гражданского назначения - это документ в который включены энергетические, геометрические и теплотехнические характеристики здания и проектов здания, ограждающих конструкций и устанавливающий их соответствие требованиям нормативных документов;

В соответствии с Федеральным законом №261 энергетический паспорт должен содержать данные:

1) о том насколько объект оснащен приборами, которые учитывают расход энергетических ресурсов;

2) о том, каков объем используемых ресурсов и данные о любых изменениях данного объема;

3) о показателях энергоэффективности;

4) о уровне потерь при передаче энергоресурсов;

5) о возможностях энергосбережения, в том числе данные о уровне возможной экономии представленные в натуральном выражении;

6) о списке типовых мероприятий по обеспечению энергосбережения и увеличению энергетической эффективности.

В случае если здание вводится в эксплуатацию после строительства, реконструкции, капитального ремонта, то энергетический паспорт может составляться на основании проектной документации

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА

### 2.1. Нормирование тепловой защиты здания

Тепловая защита здания нормируется по СНиП [1], где установлены три показателя тепловой защиты здания (п. 5.1):

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора системы поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей «а» и «б» или «б» и «в».

К мероприятиям по оценке энергетической эффективности проектируемого объекта относят:

1) расчет объемно-планировочных параметров здания и описание принятого конструктивного решения;

2) выбор климатических и теплоэнергетических параметров;

3) проведение теплотехнических расчетов ограждающих конструкций:

3.1) теплотехнический расчет стен;

3.2) теплотехнический расчет чердачного перекрытия;

3.3) теплотехнический расчет техподполья.

4) расчет энергетических показателей;

5) расчет теплотехнических показателей;

6) составление энергетического паспорта проектируемого объекта;

7) описание мероприятий по экономии тепловой энергии;

8) заключение об оценке энергетической эффективности здания на стадии проектирования объекта.

Согласно выше перечисленных мероприятий обеспечивается наиболее рациональная (экономически выгодная) техническая эксплуатация объекта на протяжении долгих лет службы объекта.

## 2.2. Объемно-планировочные параметры здания и описание его конструктивного решения

К объемно-планировочным параметрам здания относят:

- площадь жилых помещений –  $A_{л}$ ;
- общую площадь наружных ограждающих конструкций здания –  $A_l^{sum}$ ;

В этот показатель включают следующие значения площадей ограждающих конструкций:

Площадь наружных стен здания (за исключением проемов) –  $A_w$ , м<sup>2</sup>;

Площадь окон –  $A_F$ , м<sup>2</sup>;

Площадь балконных и входных дверей –  $A_{ed}$ , м<sup>2</sup>;

Площадь перекрытия холодного чердака –  $A_c$ , м<sup>2</sup>;

Площадь перекрытия над неотапливаемым подвалом –  $A_f$ , м<sup>2</sup>.

Отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, –  $V_h$ , м<sup>3</sup>; определяемый по формуле

$$V_h = A_{st} \cdot H_h,$$

где  $A_{st}$  – площадь этажа, ограниченная внутренними поверхностями наружных стен;  $H_h$  – высота объема, представляющая собой расстояние от пола первого этажа до потолка последнего этажа.

По рассчитанным объемно-планировочным параметрам определяются показатели объемно-планировочного решения:

- коэффициент остекленности фасадов здания  $f$ , %, п.5.11, [1]:

$$f = A_F / A_w$$

- показатель компактности здания  $k_e^{des}$  п.5.15, [1]:

$$k_e^{des} = A_l^{sum} / V_h$$

В описании конструктивного решения объекта описывают принятую конструктивную схему здания, далее указывают:

- степень долговечности здания;
- класс конструктивной пожарной опасности по СНиП 21-01-97\*;
- степень огнестойкости здания по СНиП 21-01-97\*;
- уровень ответственности здания по СНиП 2.01.07-85
- принятый вариант конструктивного решения фундаментов и стен подвала;
- принятый вариант конструктивного решения наружных и внутренних стен с указанием всех конструктивных, утепляющих и отделочных материалов;
- принятый вариант конструктивного решения перекрытий и покрытия;
- состав кровли.

## 2.3. Климатические и теплоэнергетические параметры

1. Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int}$ , °С, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

2. Расчетная температура наружного воздуха  $t_{ext}$ , °С. принимается значение средней температуры наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по табл1 [2].

3. Расчетная температура воздуха подвала  $t_{ext}^0$ , °С при наличии в подвале труб систем отопления и горячего водоснабжения принимается не менее +2 °С исходя из расчета теплоступлений от инженерных систем.

4. Расчетная температура холодного чердака. Принимается равной температуре наружного воздуха.

5. Продолжительность отопительного периода  $z_{ht}$ . Принимается по табл.1 [2].

6. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $t_{ht}^0$ , °С. Принимается по табл.1 [2].

7. Градусо-сутки отопительного периода  $D_d$  вычисляются по формуле 2[1]

$$D_d = z_{ht} \cdot (t_{int} - t_{ht}).$$

## 2.4. Обеспечение тепловой защиты здания

Согласно требований по энергетической эффективности зданий общее сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, должно приниматься не ниже нормируемых значений сопротивлений теплопередачи  $R_{reg}$ , которые устанавливаются по табл. 4 [1] в зависимости от градусо-суток отопительного периода  $D_d$ , вида ограждающей конструкции и назначения здания.

Температурный перепад между температурой воздуха в помещении и температурой на внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\Delta t_0$  (°С) не должен превышать нормируемого температурного перепада  $\Delta t_n$  (°С), определяемого по табл.6 [1], в зависимости от вида здания и вида ограждающей конструкции

$$\Delta t_0 < \Delta t_n,$$

или температура на внутренней поверхности ограждающей поверхности должна быть выше температуры точки росы.

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания  $q_h^{des}$ , кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут) не должен превышать нормируемый удельный расход  $q_h^{req}$ ,

кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут), определяемый по табл. 8 [1], в зависимости от вида здания и его этажности:

$$q_h^{des} < q_h^{req}.$$

## 2.5. Энергетические показатели

### 2.5.1. Теплотехнические

1. Согласно требований СНиП [1], сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0$ , должно приниматься не ниже нормируемых значений сопротивления теплопередаче по табл.4 в зависимости от градусо-суток для:

- стен  $R_w^{reg}$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт);
- окон и  $R_F^{reg}$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт);
- балконных дверей  $R_{ed}^{reg}$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт);
- перекрытий над техподпольем  $R_f^{reg}$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт);
- перекрытий чердачных  $R_c^{reg}$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт).

2. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания  $K_m^{tr}$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) определяется по формуле (Г.5) [1]:

$$K_m^{tr} = (A_w / R_w^r + A_w / R_F^{reg} + A_{ed} / R_{ed}^{reg} + n \cdot A_c / R_c^{reg} + n \cdot A_f / R_f^{reg}) / A_l^{sum},$$

где  $n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху по табл.6 [1]

$$n = (t_{int} - t_{ext}^0) / (t_{int} - t_{ext}) \text{ – для техподполья};$$

$$n = 1 \text{ – для холодного чердака.}$$

3. Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания  $K_m^{inf}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяется по формуле (Г.6) [1]:

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht} \cdot k / A_l^{sum},$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);  $n_a$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч-1, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий: для жилых зданий – исходя из удельного нормативного расхода воздуха 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> жилых помещений и кухонь; для объектов сервисного обслуживания 4 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> расчетной площади, для общеобразовательных учреждений – 16-20 м<sup>3</sup>/ч на 1 чел.; в дошкольных учреждениях – 1,5 ч-1, в больницах –

2 ч-1; для других зданий – согласно СНиП 2.08.01, СНиП 2.09.02 по формуле

$$n_a = 3 \cdot A_{l1} / (\beta_v \cdot V_h);$$

$\beta_v$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимают равным 0,85;  $V_h$  – отапливаемый объем здания;  $A_{l1}$  – площадь жилых помещений;  $\rho_a^{ht}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле (Г.7), [1]

$$\rho_a^{ht} = 353 / [273 + 0,5 (t_{int} + t_{ext})];$$

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 – для стыков панелей стен, окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами; с двумя раздельными переплетами – 0,8, со спаренными переплетами – 0,9; с одинарными переплетами – 1,0;  $A_l^{sum}$  – общая площадь наружных ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>.

4. Общий коэффициент теплопередачи здания  $K_m$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяется по формуле (Г4), [1]:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}.$$

### 2.5.2. Теплоэнергетические показатели

1. Общие теплотери здания  $Q_h$ , МДж, за отопительный период, определяются по формуле (Г.3), [1]

$$Q_h = 0,0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_l^{sum}.$$

2. Удельные бытовые тепловыделения  $q_{int}$ , Вт/м<sup>2</sup>, следует устанавливать исходя из расчета удельного электро и газопотребления здания, но не менее 10 Вт/м<sup>2</sup>; для жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы  $q_{int} = 17$  Вт/м<sup>2</sup>

3. Бытовые тепlopоступления в течение отопительного периода  $Q_{int}$ , МДж, определяются по формуле (Г.10), [1]

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot Z_{ht} \cdot A_{l1},$$

где  $q_{int}$  – величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади помещений, Вт/м<sup>2</sup>;  $Z_{ht}$  – количество суток отопительного периода;  $A_{l1}$  – площадь жилых помещений, м<sup>2</sup>.

4. Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период  $Q_s$ , МДж, для фасадов ориентированных по направлениям, определяются по формуле (Г.11), [1]:

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4),$$

где  $\tau_F$  – коэффициент, учитывающий затенение светового проема непрозрачными элементами заполнения, прил.5, [12] для Пензенской области этот коэффициент равен 0,5;  $k_F$  – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для окон, прил.5, [12], для Пензенской области этот коэффициент равен 0,76;  $A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}$  – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м<sup>2</sup>;  $I_1, I_2, I_3, I_4$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м<sup>2</sup>, по табл. 5 [2].

Расположение г. Пенза – 53° 12' с.ш.

5. Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода  $Q_h^y$ , МДж, определяется по формуле (Г.2), [1]:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h,$$

где  $\beta_h$  – коэффициент, учитывающий дополнительное теплоснабжение системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для: односекционных зданий  $\beta_h = 1,11$ ; для многосекционных и других протяженных зданий  $\beta_h = 1,13$ ;  $\zeta$  – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:  $\zeta = 1,0$  – в однотрубной системе с термостатами и с по фасадным авторегулированием на вводе или по квартирной горизонтальной разводкой;  $\zeta = 0,9$  – в однотрубной системе с термостатами и центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов с по фасадным авторегулированием на вводе;  $\zeta = 0,85$  – в однотрубной системе отопления с термостатами и центральным авторегулированием на вводе;  $\zeta = 0,95$  – в двухтрубной системе отопления с термостатами и центральным авторегулированием на вводе;  $\zeta = 0,7$  – в системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;  $\zeta = 0,5$  – в системах без термостатов и без авторегулирования на вводе – регулирование центральное в ЦТП или котельной;  $v$  – коэффициент снижения теплоснабжения за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение  $v = 0,8$ .

6. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период  $q_h^{des}$ , кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут) и кДж/(м<sup>3</sup>·°С·сут), определяется по формуле (Г.1), [1]:

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (A_h \cdot D_d) \text{ или } q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (V_h \cdot D_d),$$

где  $A_h$  – сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания,  $\text{м}^2$ .

7. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий  $q_h^{des}$ ,  $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$ , определяется по табл. 8 или 9, [1]:

$$q_h^{req} < q_h^{des}.$$

8. Определяется величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, %

$$((q_h^{des} - q_h^{req}) / q_h^{req}) \cdot 100\%.$$

Полученный результат сравнивается со значениями табл.3 [1], делается заключение о классе энергетической эффективности объекта и даются рекомендации о проведении мероприятий органами администрации субъектов РФ.

## 2.6. Мероприятия по экономии тепловой энергии

Проект здания, возводимый в Пензенской области, должен быть выполнен в соответствии с требованиями ТСН 23-332-2002 «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите. Пензенская область».

Снижение потерь тепловой энергии достигается за счет утепления наружных конструкций здания, установки двухкамерных стеклопакетов с тройным остеклением, установки наружных утепленных дверей, установки на подводках к нагревательным приборам терморегулирующих клапанов, тепловой изоляции магистральных трубопроводов.

## 3. ПРИМЕР РАСЧЕТОВ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА

### 3.1. Расчеты по оценке энергетической эффективности объекта на стадии проектирования

#### *Общая характеристика здания*

Пятиэтажный жилой дом с кирпичными несущими стенами. Место строительства – г. Пенза. Здание с техническим подвалом, в котором размещаются системы отопления и горячего водоснабжения. С первого этажа располагаются жилые квартиры, по три на каждом этаже. Высота этажа – 3,05 м. За отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа жилого дома.

ФАСАД А – Г

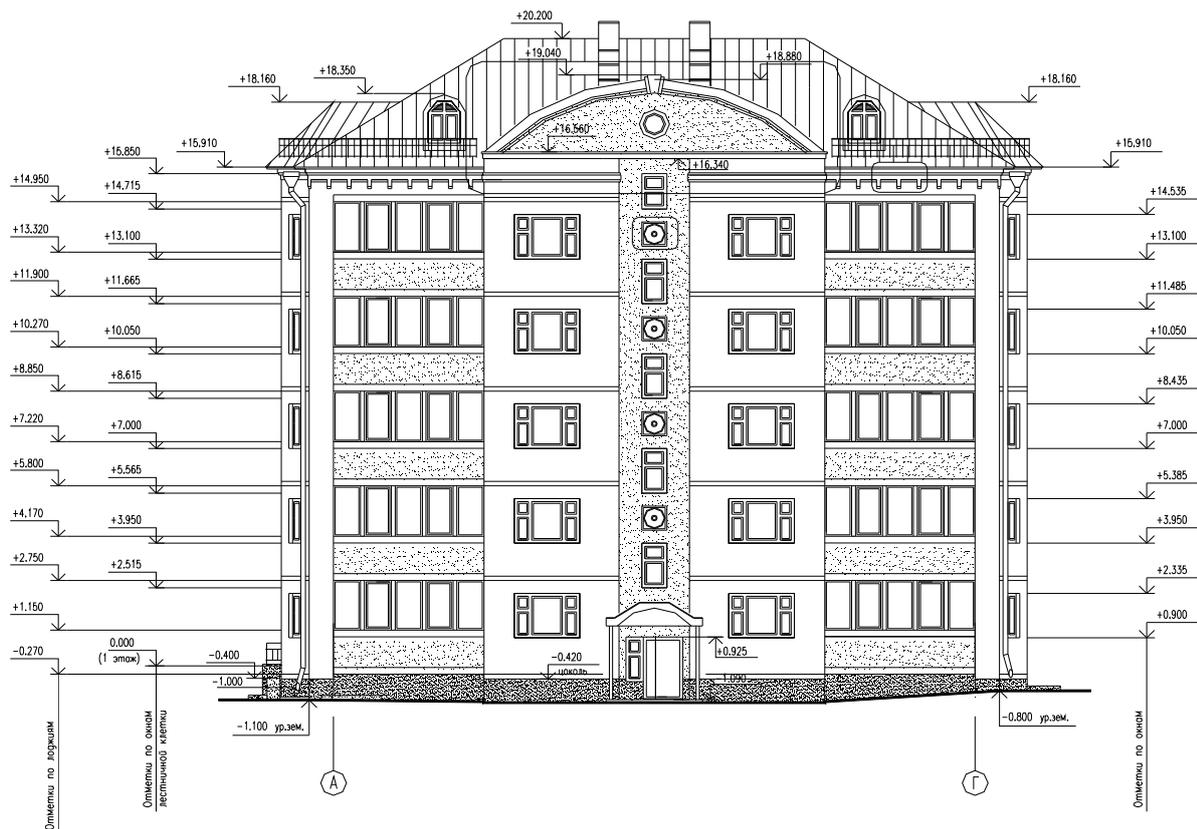


Рис.3.1.Фасад здания в осях А-Г

### ФАСАД 1 – 5

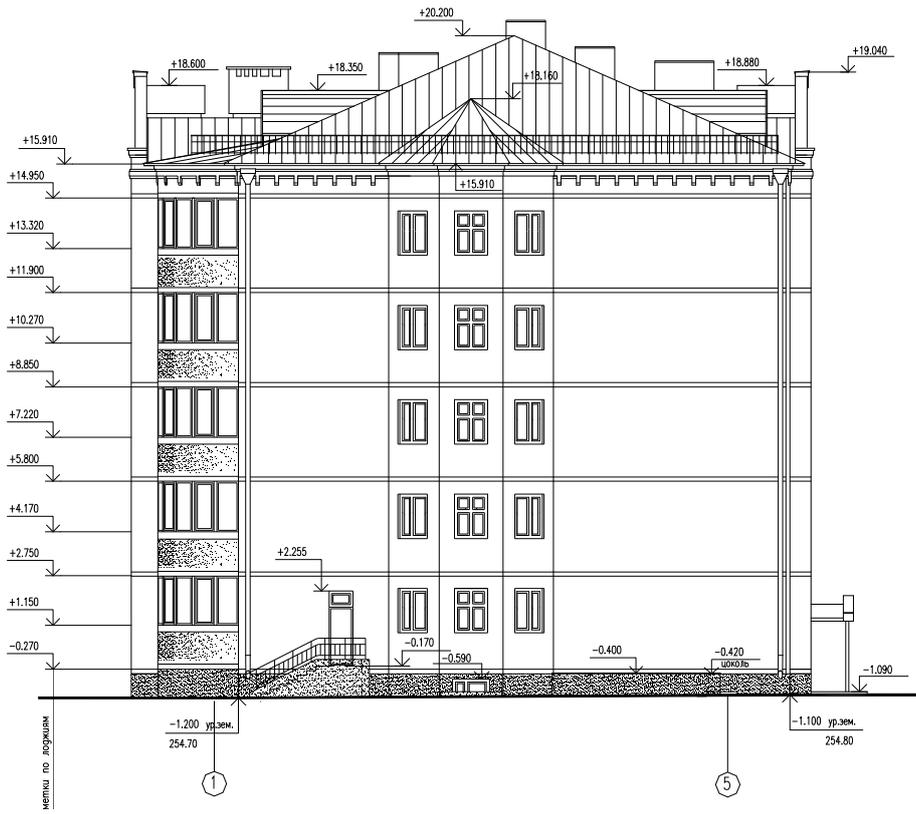


Рис.3.2. Фасад здания в осях 1-5

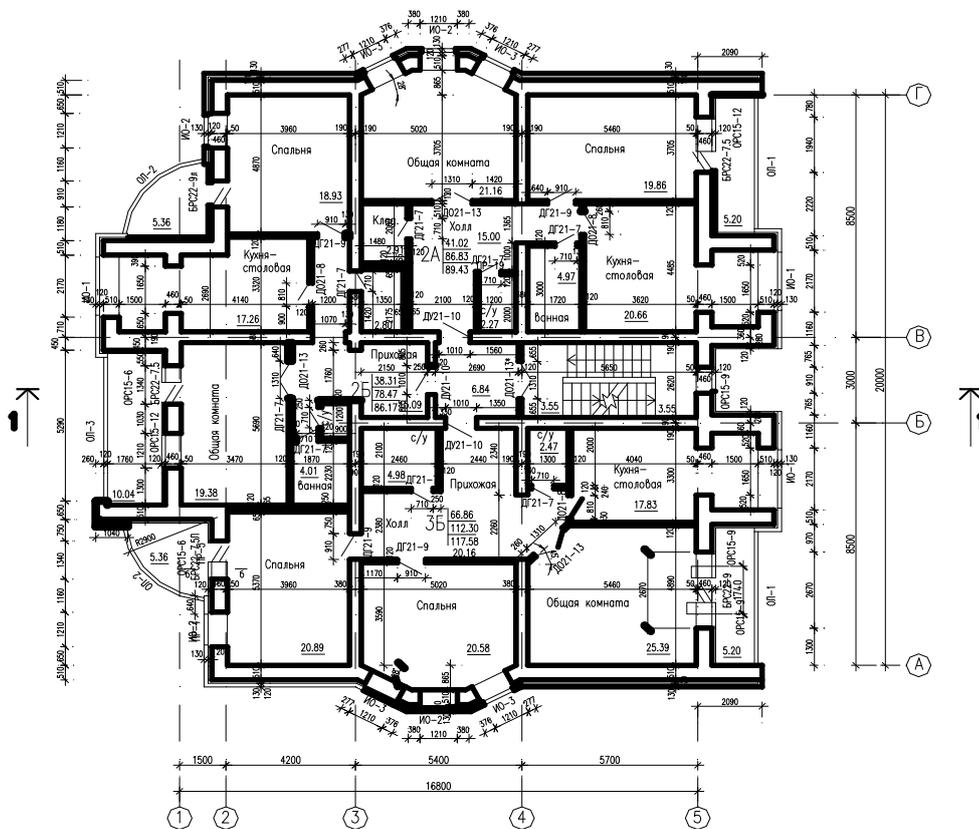


Рис.3.3. План типового этажа здания

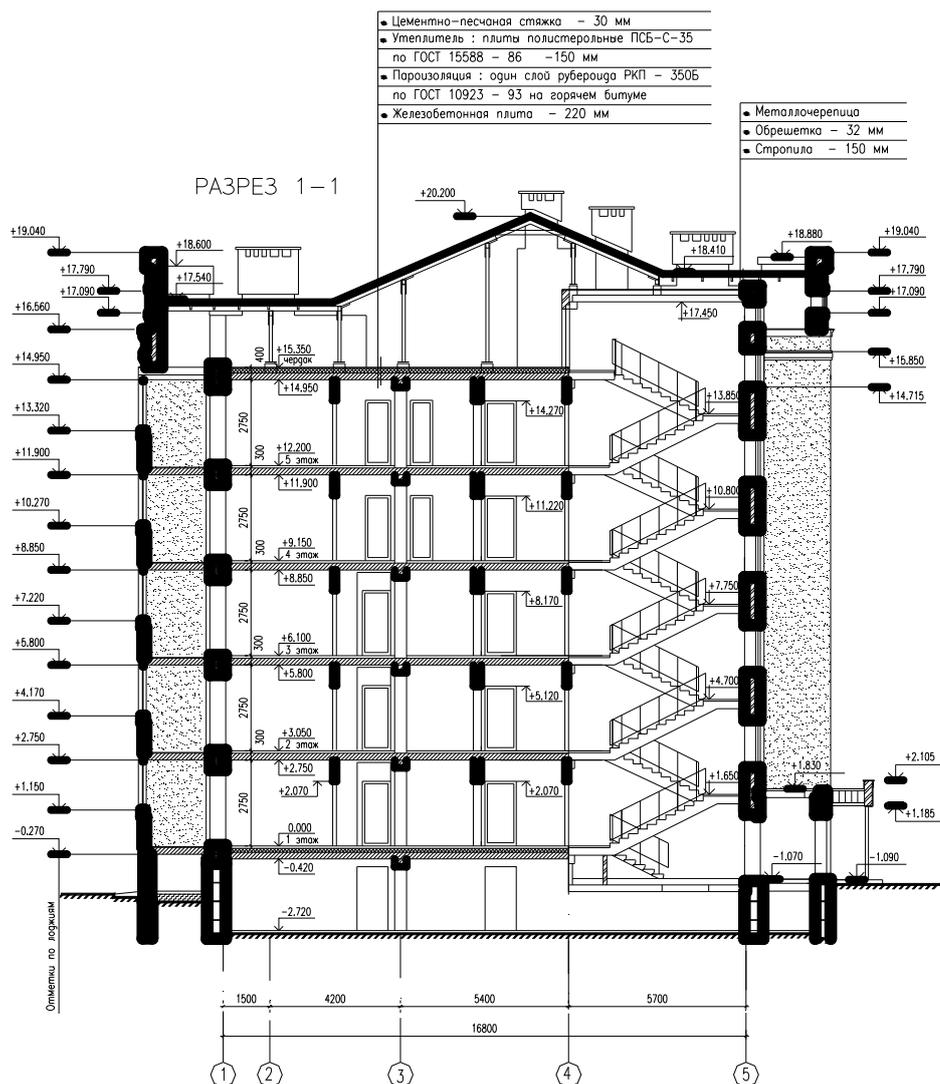


Рис.3.4. Разрез здания 1-1.

### ***Проектное решение здания***

Конструктивная схема здания – бескаркасная, с продольными и поперечными несущими стенами. Пространственная жесткость здания обеспечивается взаимной перевязкой наружных и внутренних продольных и поперечных стен, на которые опираются железобетонные плиты с круглыми пустотами.

Фундаменты приняты свайными, с допустимой нагрузкой на сваю 50 т. Сваи приняты железобетонные, сечением 300-300 мм, длиной 7,8,9 м. по серии 1.010.1-10 вып.1. Марка бетона сваи по морозостойкости F75, по водонепроницаемости W4. Ростверк ленточный монолитный из бетона класса B20 F50 W4. Стены техподполья – сборные бетонные блоки из бетона класса B12.5 по ГОСТ 13579-78\*.

Наружные стены выполнены из кирпича силикатного утолщенного рядового полнотелого по ГОСТ 379-95 плотностью 1400 кг/м<sup>3</sup>. Все стены

имеют наружное утепление пенополистирольными плитами плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 150мм по ГОСТ 15588-86, расщепки из минераловатных плит «Fasade Batts». С наружной стороны стены оштукатурены защитно-декоративным слоем из минеральной штукатурки плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$ . Утеплитель цоколя – плиты экструдированные пенополистирольные «Пеноплекс 35» толщиной 70 мм.

Здание с холодным чердаком. Покрытие здания выполнено по железобетонным плитам с круглыми пустотами, утепленными пенополистирольными плитами ПСБ-С-35, плотностью  $35 \text{ кг/м}^3$  по ГОСТ 15588-86.

Внутренние стены и перегородки выполнены из утолщенного силикатного рядового полнотелого кирпича по ГОСТ 379-95 на цементно-песчаном растворе. В санузлах перегородки выполнены из керамического полнотелого рядового кирпича на цементно-песчаном растворе М50 толщиной 65 мм.(кирпич на ребро) Межквартирные перегородки делаются двойными со средним звукоизоляционным слоем. Перемычки – сборные железобетонные по серии 1.038.1-1 вып4 для кладки из утолщенного кирпича.

Лестница принята из сборных железобетонных Z-образных маршей по серии 1.050.1-2 вып.1.

### **Объемно-планировочные параметры здания и описание его конструктивного решения.**

Объемно-планировочные параметры здания:

- площадь жилых помещений  $A_{л} - 1388-1491,1 \text{ м}^2$ ;

- общая площадь наружных ограждающих конструкций здания  $A_i^{sum} - 1982,33 \text{ м}^2$ .

В том числе:

Площадь наружных стен здания (за исключением проемов) –  $A_w - 1097,7 \text{ м}^2$ .

Площадь окон  $A_F - 176,55 \text{ м}^2$ .

Площадь балконных и входных дверей  $A_{ed} - 47,58 \text{ м}^2$ .

Площадь перекрытия холодного чердака  $A_c - 325,5 \text{ м}^2$ .

Площадь перекрытия над неотапливаемым подвалом  $A_f - 335,0 \text{ м}^2$ .

Площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям,  $A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4} - \text{м}^2$ .

Западное направление  $A_{F1}=73,62 \text{ м}^2$ .

Восточное направление  $A_{F2}=70,17 \text{ м}^2$ .

Северное направление  $A_{F3}=27,22 \text{ м}^2$ .

Южное направление  $A_{F4}=27,22 \text{ м}^2$ .

– отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий,  $V_h$ , – 4897,5 м<sup>3</sup>.

По рассчитанным объемно-планировочным параметрам определяем показатели объемно-планировочного решения:

– коэффициент остекленности фасадов здания  $f$ , %, п.5.11, [4]:

$$f = A_F / A_w.$$

$f = (176,55/1097,7) 100 = 16\%$ , что не превышает 18 %;

– показатель компактности здания  $k_e^{des}$  п.5.15, [4]:

$$k_e^{des} = A_l^{sum} / V_h,$$

$k_e^{des} = 1982,33/4897 = 0,4$ , что несколько выше рекомендуемого для 5-этажного жилого дома по нормам – 036.

### **Климатические и теплоэнергетические параметры**

- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 20$  °С, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 для жилых зданий.

- Расчетная температура наружного воздуха  $t_{ext} = -29$  °С. по холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для г. Пензы по табл1 [2].

- Расчетная температура воздуха подвала  $t_{ext}^0 = +2$  °С при наличии в подвале труб систем отопления и горячего водоснабжения исходя из расчета теплопотуплений от инженерных систем.

- Расчетная температура холодного чердака. Принимается равной температуре наружного воздуха  $t_{ext} = -29$  °С..

- Продолжительность отопительного периода  $z_{ht} = 207$  сут по табл.1 [2].

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $t_{ht} = -4,5$  °С. по табл.1 [2].

Градусо-сутки отопительного периода  $D_d$  по формуле 2[4]:

$$D_d = z_{ht} \cdot (t_{int} - t_{ht}) = 207(20 + 4,5) = 5071,5.$$

### **Энергетические показатели**

#### **Теплотехнические**

1. Согласно требований СНиП [4], сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0$ , должно приниматься не ниже нормируемых значений сопротивления теплопередаче по табл.4 в зависимости от градусо-суток  $D_d = 5071,5$ ;

для:

- стен  $R_w^{reg} = 3,175$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт);

- окон и  $R_F^{reg} = 0,52(\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт})$ ;
- балконных дверей  $R_{ed}^{reg} = 0,52(\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт})$ ;
- перекрытий над техподпольем  $R_f^{reg} = 2,93 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт})$ ;
- перекрытий чердачных  $R_c^{reg} = 4,735 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт})$ .

2. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания  $K_m^{tr}$ , Вт/( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ ) по формуле (Г.5) [4]

$$K_m^{tr} = (A_w R_w^r + A_F / R_F^{reg} + A_{ed} / R_{ed}^{reg} + n \cdot A_c / R_c^{reg} + n \cdot A_f / R_f^{reg}) / A_l^{sum} =$$

$$= \frac{(1097,7/3,175 + 176,55/0,52 + 47,58/0,52 + 1 \cdot 325,5/4,735 + 0,367 \cdot 335/2,93)}{1982,33} =$$

$$= 0,45,$$

где  $n$  – коэффициент, принимается в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху по табл.6 [1]

$$n = (t_{int} - t_{ext}^0) / (t_{int} - t_{ext}) = (20 - 2) / (20 + 29) = 0,367 \text{ – для техподполья};$$

$$n = 1 \text{ – для холодного чердака.}$$

3. Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания  $K_m^{inf}$ , Вт/ $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ , по формуле (Г.6) [4]

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \rho_a^{ht} \cdot k / A_l^{sum} =$$

$$= (0,28 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 0,85 \cdot 4897,5 \cdot 1,315 \cdot 0,9) / 1982,3 = 0,77,$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°C);  
 $n_a$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч-1, принимаем по формуле

$$n_a = 3 \cdot A_{ll} / (\beta_v \cdot V_h) = (3 \cdot 1491,1) / (0,85 \cdot 4897,5) = 1,08,$$

$\beta_v$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании принимаем равным 0,85;  $\rho_a^{ht}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/ $\text{м}^3$ , определяется по формуле (Г.7), [4]

$$\rho_a^{ht} = 353 / [273 + 0,5 (t_{int} + t_{ext})] = 353 / [273 + 0,5 (20 - 29)] = 1,315;$$

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в окнах со спаренными переплетами – 0,9;

4. Общий коэффициент теплопередачи здания  $K_m$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), по формуле (Г4), [4]

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,45 + 0,77 = 1,22.$$

### Теплоэнергетические показатели

1. Общие теплотери здания  $Q_h$ , МДж, за отопительный период, составят по формуле (Г.3), [4]

$$Q_h = 0,0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_I^{sum} = 0,0864 \cdot 1,22 \cdot 5071,5 \cdot 1982,33 = 1058638,2 \text{ МДж.}$$

2. Удельные бытовые тепловыделения  $q_{int}$ , Вт/м<sup>2</sup>, для жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы  $q_{int} = 17 \text{ Вт/м}^2$

3. Бытовые тепlopоступления в течение отопительного периода  $Q_{int}$ , МДж, определяем по формуле (Г.10), [4]

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot Z_{ht} \cdot A_{I1} = 0,0864 \cdot 17 \cdot 207 \cdot 1491,1 = 453356,4 \text{ МДж.}$$

4. Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период  $Q_s$ , МДж, для фасадов ориентированных по направлениям, определяются по формуле (Г.11), [4]:

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4) =$$

$$= 0,5 \cdot 0,76 \cdot (73,62 \cdot 1032 + 70,17 \cdot 1032 + 27,22 \cdot 695 + 27,22 \cdot 1671) = 80861,64 \text{ МДж;}$$

где  $\tau_F$  – коэффициент, учитывающий затенение светового проема непрозрачными элементами заполнения, прил.5, [12] для Пензенской области этот коэффициент равен 0,5;  $k_F$  – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для окон, прил.5, [12], для Пензенской области этот коэффициент равен 0,76;  $A_{F1}$ ,  $A_{F2}$ ,  $A_{F3}$ ,  $A_{F4}$  – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м<sup>2</sup>;  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м<sup>2</sup>, по табл. 5 [2]: Расположение г. Пенза – 53° 12' с.ш, тогда западное направление  $I_1 = 1032 \text{ МДж/м}^2$ ; восточное  $I_2 = 1032 \text{ МДж/м}^2$ ; северное  $I_3 = 695 \text{ МДж/м}^2$ ; южное  $I_4 = 1671 \text{ МДж/м}^2$ .

5. Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода  $Q_h^y$ , МДж, определяется по формуле (Г.2), [4]:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h = [1058638,2 - (453356,4 + 80861,64) \cdot 0,8 \cdot 1] \cdot 1,11;$$

$$Q_h^y = 700702,8 \text{ МДж.}$$

где  $\beta_h$  – коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для: односекционных зданий  $\beta_h = 1,11$ ;  $\zeta$  – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:  $\zeta=1,0$  – в однотрубной системе с термостатами и с по фасадным авторегулированием на вводе или по квартирной горизонтальной разводкой;  $\nu$  – коэффициент снижения теплотепоступления за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение  $\nu = 0,8$ ;

6. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период  $q_h^{des}$ , кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут) и кДж/(м<sup>3</sup>·°С·сут), определяем по формуле (Г.1), [1]:

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y (A_h \cdot D_d) \text{ или}$$

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (V_h \cdot D_d),$$

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot 700702,8 / (1599,1 \cdot 5071,5) = 86,4 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут})$$

или

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot 700702,8 / (4897,5 \cdot 5071,5) = 29,3 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут}),$$

где  $A_h$  – сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания, м<sup>2</sup>;

7. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий  $q_h^{req}$ , кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут), по табл. 8 или 9, [4]:

$$q_h^{req} = 85 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут}) \text{ или } q_h^{req} = 31 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут}),$$

8. Определяем величину отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, %

$$((q_h^{des} - q_h^{req}) / q_h^{req}) \cdot 100 \%,$$

$$((86,4 - 85) / 85) \cdot 100 \% = 1,6 \%,$$

$$((29,3 - 31) / 31) \cdot 100 \% = -5,5 \%,$$

Величина отклонения соответствует классу энергетической эффективности С – нормальный, согласно табл. 3[4].

### 3.2. Энергетический паспорт проектируемого здания

Т а б л и ц а 3.1

Дата заполнения (число, м-ц, год)	
Адрес здания Разработчик проекта Адрес и телефон разработчика Шифр проекта	

#### Расчетные условия

№ п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	°С	-29
4	Расчетная температура теплоподполья	$t_c$	°С	-2
5	Продолжительность отопительного периода	$Z_{ht}$	сут	207
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	°С	-4.5
7	Градусо-сутки отопительного периода	$D_d$	°С·сут	5071.5

#### Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Жилое здание
9	Размещение в застройке (с указанием ориентации по сторонам света)	Отдельно стоящее, окна расположены по четырем сторонам света
10	Тип (этажность, протяженность)	5-этажное, одноподъездное
11	Конструктивное решение	Бескаркасное, с продольными и поперечными несущими стенами; перекрытия из сборных многослойных железобетонных плит

Продолжение табл. 3.1

## Геометрические и теплоэнергетические показатели

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное проектное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5	6
Объемно-планировочные параметры здания					
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_l^{sum}, \text{ м}^2$	—	1982,3	—
	стен	$A_w, \text{ м}^2$	—	1097,7	—
	окон и балконных дверей	$A_F, \text{ м}^2$	—	176,55	—
	витражей	$A_F, \text{ м}^2$	—		—
	фонарей	$A_F, \text{ м}^2$	—		—
	входных дверей и ворот	$A_{ed}, \text{ м}^2$	—	47,58	—
	покрытий (совмещенных)	$A_c, \text{ м}^2$	—	325,5	—
	чердачных перекрытий (холодного чердака)	$A_c, \text{ м}^2$	—		—
	перекрытий теплых чердаков	$A_c, \text{ м}^2$	—		—
	перекрытий над техподпольями	$A_c, \text{ м}^2$ $A_f, \text{ м}^2$	—	335,0	—
	перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	$A_f, \text{ м}^2$	—		—
	перекрытий над проездами и под эркерами	$A_f, \text{ м}^2$	—		—
	цокольных перекрытий	$A_f, \text{ м}^2$	—		—
13	Площадь квартир	$A_{h2}, \text{ м}^2$	—		—
14	Полезная площадь	$A_{l1}, \text{ м}^2$	—	1388,0	—
15	Площадь жилых помещений	$A_{l1}, \text{ м}^2$	—		—
16	Расчетная площадь (общественных зданий)		—		—
17	Отапливаемый объем	$V_{h2}, \text{ м}^3$	—	4897,5	—
18	Коэффициент остекленности фасада здания	$f, \%$	18	16	—
19	Показатель компактности здания	$k_e^{des}$	0,36	0,36	—

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
Теплоэнергетические показатели					
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_0^r$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$			
	стен	$R_w$	3,175	3,25	—
	окон и балконных дверей	$R_F$	0,53	0,54	—
	витражей	$R_F$			—
	фонарей	$R_F$			—
	входных дверей и ворот	$R_{ed}$	0,8	0,8	—
	покрытий (совмещенных)	$R_c$			—
	чердачных перекрытий (холодного чердака)	$R_c$	4,785	5,25	—
	перекрытий теплых чердаков	$R_c$			—
	перекрытий над техподпольями	$R_f$			—
	перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	$R_f$ $R_f$	2,93	3,19	—
	цокольных перекрытий	$R_f$			—
21	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$k_m^{tr}$ , $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$	—	0,45	—
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$ , $\text{ч}^{-1}$		1,0	—
	Кратность воздухообмена здания при испытании (при 50 Па)	$n_{50}$ , $\text{ч}^{-1}$			—
23	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{\text{inf}}$ , $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$		0,77	—
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m$ , $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$		1,22	—

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
Энергетические показатели					
25	Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h$ , МДж		105863 8,2	
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}$ , Вт/м <sup>2</sup>		17	
27	Бытовые тепlopоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}$ , МДж		722009, 7	
28	Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s$ , МДж		80861,6	
29	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^v$ , МДж		728538, 6	

## Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения здания от источника теплоты	$\varepsilon_0^{des}$	0,5	—
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты	$\varepsilon_{dec}$	0,5	—
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	$\zeta$	-	1,0
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	$k$	-	0,9
34	Коэффициент учета дополнительного тепlopотребления	$B_h$	-	1,11

## Комплексные показатели

35	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$ , кДж/(м <sup>2</sup> ·°С·сут) [кДж/(м <sup>3</sup> ·°С·сут)]	86,4 [29.3]	—
36	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление	$q_h^{req}$ , кДж/(м <sup>2</sup> ·°С·сут) [кДж/(м <sup>3</sup> ·°С·сут)]	85 [31]	—
37	Класс энергетической эффективности	—	С нормальный	—
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию	—	да	—
39	Дорабатывать ли проект здания	—	нет	—
Указания по повышению энергетической эффективности				
40	Рекомендуем: экономическое стимулирование			
41	Паспорт заполнен			
	Организация: Адрес и телефон Ответственный исполнитель			

**Заключение по составленному энергетическому паспорту**

Ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Степень снижения расхода энергии за отопительный период равна -5,5%. Следовательно, здание относится к классу С - «нормальный» по энергетической эффективности объекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических указаниях рассмотрены вопросы по тепловой защите зданий и ограждающих конструкций. Приведены методики по определению геометрических и теплоэнергетических показателей рассматриваемого объекта и составлению энергетического паспорта здания. По рассмотренным методикам имеются примеры выполнения расчетов.

Материал методических указаний необходим при изучении дисциплин «Строительная физика», «Техническая эксплуатация зданий и городских сооружений» и «Энергетическая эффективность зданий», так как поможет студентам разобраться в вопросах по проектированию ограждающих конструкций и оценке их энергетической эффективности, о возможности применения тех или иных конструктивных решений в практике строительства и дальнейшей эксплуатации зданий. Изложенный материал является актуальным и полезным, так как имеет практическое применение в области проектирования, строительства и эксплуатации зданий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности [Текст]: Федер. закон. – М.: 2012 – 22 с.
2. СП 131.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 Строительная климатология [Текст]. – М.: ООО «Аналитик». – 136 с.
3. Архитектура гражданских и промышленных зданий [Текст]: учебник для вузов. – В 5 т. /под общ. ред. В.М. Предтеченского. Т II Основы проектирования. – М.: Стройиздат, 1976. – 215 с.
4. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита здания. [Текст] – М.: Госстрой России, 2004. – 40 с
5. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты здания [Текст]. – М.: Госстрой России, 2005. – 140 с

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА ПО ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА.....	4
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА .....	15
2.1. Нормирование тепловой защиты здания .....	15
2.2. Объемно-планировочные параметры здания и описание его конструктивного решения .....	16
2.3. Климатические и теплоэнергетические параметры .....	17
2.4. Обеспечение тепловой защиты здания.....	17
2.5. Энергетические показатели.....	18
2.6. Мероприятия по экономии тепловой энергии.....	21
3. ПРИМЕР РАСЧЕТОВ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА.....	22
3.1. Расчеты по оценке энергетической эффективности объекта на стадии проектирования .....	22
3.2. Энергетический паспорт проектируемого здания .....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	35

Учебное издание

Викторова Ольга Леонидовна  
Петрянина Любовь Николаевна  
Матиева Юлия Александровна

### СОСТАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА

Методические указания для самостоятельной работы студентов  
Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

В авторской редакции  
Верстка Н.В. Кучина

---

Подписано в печать 30.06.2014. Формат 60x84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 2,1. Уч.-изд.л. 2,25. Тираж 80 экз.  
Заказ № 216.

---

Издательство ШУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28